

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-093825
(43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl. H01L 21/027
G03F 7/20
H01J 37/305

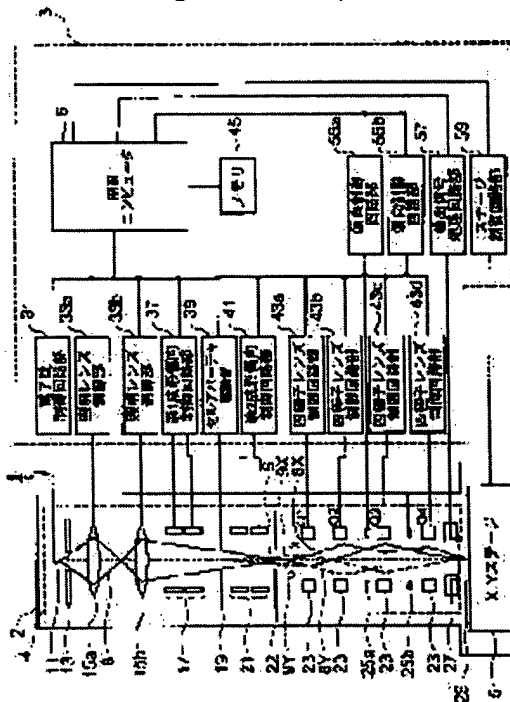
(21)Application number : 11-272429 (71)Applicant : TOSHIBA CORP
(22)Date of filing : 27.09.1999 (72)Inventor : NAGANO OSAMU
YAMAZAKI YUICHIRO
MIYOSHI MOTOSUKE

(54) CHARGED BEAM WRITING DEVICE, PATTERN WRITING METHOD AND STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a charge beam writing device, a pattern writing method and a memory medium which enables superior writing performance by reducing a color aberration and lessening the influence of a space charge effect by using charged beams of low acceleration.

SOLUTION: A charged beam writing a system producing a charged beam 8 at low-acceleration voltage in which four-fold quadrupole lenses 23 (Q1-Q4) of electrostatic type constitute an image-forming optical system and an electric field which is asymmetrical to the optical axis is formed, so that the charged beam 8 is reduced with approximately the same reduction rate in both X-axis and Y-axis directions, and also the quadrupole lenses 23 (Q1-Q4) are controlled so as to form an image on a wafer 29 via a different orbit respectively in the X-axis direction and Y-axis direction, without forming a cross-over of high contribution of current. As a result, the blurs caused by a space charge effect can be restrained. In addition, a color aberration can be reduced greatly by moving a charged beam 87 at high velocity only inside the quadrupole lenses Q2 and Q3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-93825

(P2001-93825A)

(43) 公開日 平成13年4月6日 (2001.4.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 3 F 7/20	5 0 4 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 4	H 0 1 J 37/305	B 5 C 0 3 4
H 0 1 J 37/305		H 0 1 L 21/30	5 4 1 S 5 F 0 5 6
			5 4 1 B

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-272429

(22) 出願日 平成11年9月27日 (1999.9.27)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 長 野 修

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 山 崎 裕一郎

神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(74) 代理人 100064285

弁理士 佐藤 一雄 (外 3 名)

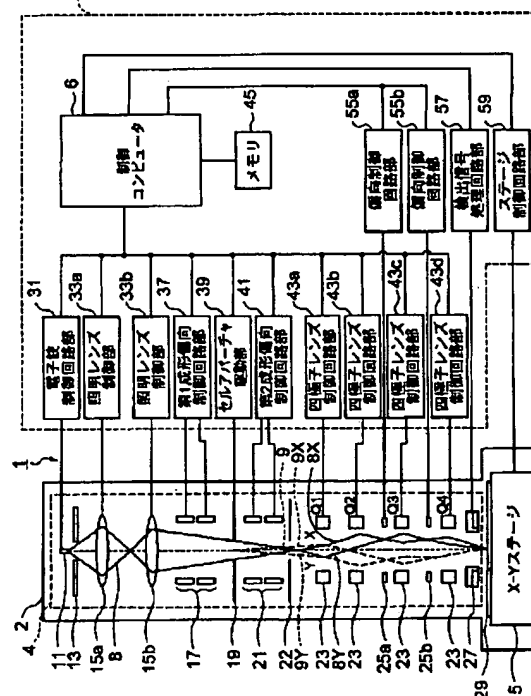
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電ビーム描画装置およびパターン描画方法並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 低加速の荷電ビームを用いて色収差が小さく空間電荷効果の影響が少なく描画性能に優れた荷電ビーム描画装置およびパターン描画方法並びに記録媒体を提供する。

【解決手段】 低加速電圧にて荷電ビーム 8 を発生させる荷電ビーム描画装置 1 において、静電型の 4 重の四極子レンズ 2 3 (Q1~Q4) を用いて結像光学系を構成し、光軸に非対称な電界を形成して荷電ビーム 8 が X 軸方向と Y 軸方向とで略同一の縮小率で縮小するとともに、X 軸方向と Y 軸方向とで異なる軌道を経由して電流密度の高いクロスオーバを形成することなくウェーハ 2 9 上で結像するように四極子レンズ 2 3 (Q1~Q4) を制御する。これにより空間電荷効果によるボケを抑制する。さらに、四極子レンズ Q2, Q3 内でのみ荷電ビーム 8 7 を高速で等速移動させることにより色収差を大幅に低減する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 荷電ビームを発生させて基板に照射する荷電ビーム出射手段と、

所望の描画パターンに対応した形状の絞り孔を有する開き角絞りと、

前記荷電ビームが前記所望の断面形状を有するように前記荷電ビームを電界により偏向して前記開き角絞りの所望の絞り孔に入射させる第 1 の偏向手段と、

前記開き角絞りを通過した前記荷電ビームを電界により縮小させて前記基板上に結像させる縮小投影手段と、

前記開き角絞りを通過した前記荷電ビームを電界により偏向して前記基板上での照射位置を調整する第 2 の偏向手段と、

前記荷電ビームの照射を受けた前記基板の表面から発生する二次電子および反射電子が近接する描画パターンの露光量に影響を及ぼす近接効果が発生する量を下回る加速電圧で前記荷電ビームが発生するように前記荷電ビーム出射手段を制御するとともに、前記荷電ビームが前記開き角絞りと前記基板との間で X 方向と Y 方向で略同一の縮小率で縮小し、かつ、X 方向と Y 方向とで異なる軌道を通過して前記基板上で結像するように前記縮小投影手段に光軸に非対称な電界を形成させる制御手段と、を備える荷電ビーム描画装置。

【請求項 2】 前記縮小投影手段は、前記縮小投影手段へ入射した前記荷電ビームを加速する加速電界と、加速された前記荷電ビームを減速する減速電界とを形成することを特徴とする請求項 1 に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 3】 前記縮小投影手段は、前記荷電ビームの速度を前記縮小投影手段への入射速度である第 1 の速度を上回る第 2 の速度に上げる加速電界と、この第 2 の速度を維持する等速電界と、前記第 2 の速度を下回る第 3 の速度に引下げる減速電界とを形成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 4】 前記縮小投影手段が前記等速電界を形成する領域は、前記荷電ビームとその光軸との距離が最大となる領域を少なくとも含むことを特徴とする請求項 3 に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 5】 前記縮小投影手段は、N 重 (N は自然数) のマルチポールレンズを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 6】 前記 N は、3 以上の自然数であり、第 1 重目から第 2 重目の前記マルチポールレンズは、前記荷電ビームを加速し、第 (N-1) 重目から第 N 重目の前記マルチポールレンズは、前記荷電ビームを減速することを特徴とする請求項 5 に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 7】 前記 N は、4 以上の自然数であり、第 1 重目から第 2 重目の前記マルチポールレンズは、前記荷電ビームの速度を前記第 1 の速度から前記第 2 の速度に上げる加速電界を形成し、

第 2 重目から第 (N-1) 重目の前記マルチポールレンズは、前記第 2 の速度で前記荷電ビームを等速移動させる電界を形成し、

第 (N-1) 重目から第 N 重目の前記マルチポールレンズは、前記荷電ビームの速度を前記第 2 の速度から前記第 3 の速度に上げる減速電界を形成することを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 8】 前記マルチポールレンズは、静電型であることを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項 9】 発生された荷電ビームを所望のパターンに応じた断面形状を有するように整形して基板に照射し、この基板に前記所望のパターンを描画する荷電ビーム描画装置を用いるパターン描画方法であって、前記荷電ビームの照射を受けた前記基板の表面から発生する二次電子および反射電子が近接する描画パターンの露光量に影響を及ぼす近接効果が発生する量を下回る加速電圧で前記荷電ビームを発生させる第 1 の手順と、整形された前記荷電ビームが X 方向と Y 方向とで異なる軌道を通過するように前記荷電ビームを制御するとともに、X 方向と Y 方向とで略同一の縮小率をもって前記基板上で結像するように前記荷電ビームを縮小投影する第 2 の手順と、を備えるパターン描画方法。

【請求項 10】 前記第 2 の手順は、整形された前記荷電ビームの荷電粒子の移動速度を引上げてより高速で等速移動させ、その後前記荷電粒子の速度を引下げて前記基板上で収束させる手順を含むことを特徴とする請求項 9 に記載のパターン描画方法。

【請求項 11】 前記荷電粒子を前記高速で等速移動させる領域は、前記荷電ビームからその光軸までの距離が最大となる領域を少なくとも含むことを特徴とする請求項 10 に記載のパターン描画方法。

【請求項 12】 発生された荷電ビームを所望のパターンに応じた断面形状を有するように整形して基板に照射し、この基板に前記所望のパターンを描画する荷電ビーム描画装置に用いられ、前記荷電ビームの照射を受けた前記基板の表面から発生する二次電子および反射電子が近接する描画パターンの露光量に影響を及ぼす近接効果が発生する量を下回る加速電圧で前記荷電ビームを発生させる第 1 の手順と、整形された前記荷電ビームが X 方向と Y 方向とで異なる軌道を通過するように前記荷電ビームのビーム軌道を制御するとともに、X 方向と Y 方向とで略同一の縮小率をもって前記基板上で結像するように前記荷電ビームを縮小投影する第 2 の手順と、を備えるパターン描画方法を前記荷電ビーム描画装置に実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 13】 前記第 2 の手順は、整形された前記荷電ビームの荷電粒子の速度を引上げてより高速で等速移動させ、その後前記荷電粒子の速度を引下げて前記基板上

で結像させる手順を含むことを特徴とする請求項12に記載の記録媒体。

【請求項14】前記荷電粒子を前記高速で等速移動させる領域は、前記荷電ビームとその光軸との距離が最大となる領域を少なくとも含むことを特徴とする請求項13に記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はLSI、超LSIの半導体製造工程で使用される基板へのパターン描画技術に関し、特に、イオン、電子ビーム等の荷電ビームを用いた描画装置、描画方法および記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】荷電ビーム描画装置は、光波長より短い電子（イオン）の波長レベルの分解能で基板上にパターンを描画できるため、高い解像度が要求される微細パターンを形成できるという利点を有している。この一方、光露光によるマスク描画方式と異なり、完成パターンを小領域のパターンに分割した上で荷電ビームで直接描画するため、描画に要する時間が膨大であるという問題がある。しかし、高精度の微細パターンを形成できる特徴を有するため、光露光方式のリソグラフィ技術の次の技術、あるいはASIC（Application Specific Integrated Circuit）等の多品種少量生産の半導体製造に有力なツールとして発展している。

【0003】電子ビームで直接パターンを形成する方法としては、小さな丸ビームをON/OFF制御しながらウェーハ全面をスキャンしてパターン形成する方法と、ステンシルアパーチャを通過した電子ビームをパターン描画するVSB（Valuable Shaped Beam）描画方式がある。VSB描画方式をさらに発展させて、繰り返しパターンを一つのブロックとしてステンシルを準備し、これを選択描画することで高速描画する一括描画方式の電子線（電子ビーム）描画の技術も開発されている。

【0004】まず、従来の電子ビーム描画装置の第一の例として、特願平6-290727に記載されたVSB描画方式の電子ビーム描画装置について説明する。図5は、本例の電子ビーム描画装置の電子光学系80の概略を示すブロック図である。なお、以下の各図において、同一の部分には同一の参照番号を付してその説明を適宜省略する。

【0005】電子銃1から発生し加速された電子ビーム7は、照明レンズ15によりビーム径が調整されて投影光学系への開き角が決定され、さらに、矩形の開口を有する第一成形アパーチャ85を通過することにより矩形の断面形状を有するように整形される。その後、電子ビーム7は、投影レンズ87により菱形と矩形からなる絞り孔を有する第二成形アパーチャ89に照射される。第二成形アパーチャ89に対するビーム照射位置は、成形

偏向器21で制御される。

【0006】第二成形アパーチャ89を通過した電子ビーム7は、縮小レンズ24および対物レンズ25で縮小投影されるが、ウェーハ29の描画位置に対する電子ビーム7の照射位置は主偏向器93と副偏向器95で制御される。主偏向器93は、ウェーハ29上の描画領域を帯状に分割した領域であるストライプ内で電子ビーム7を制御して照射させる。副偏向器95はストライプ内をさらに細かく分割した小領域であるサブフィールドに対して電子ビーム7の位置制御を行う。なお、これらのビーム位置の制御にあたっては、ウェーハ29を上面にて支持するXYステージ（図示せず）の位置を参照しながら行われる。

【0007】対物レンズ25とウェーハ29との間には、電子ビーム7がウェーハ29上に照射された時に発生する2次電子、反射電子および後方散乱電子（以下、2次電子等という）を検出する電子検出器27が備えられ、検出された2次電子等の信号を処理することによりSEM画像を取得し、描画位置と電子ビーム7とのアライメントが制御される。

【0008】本例の電子光学系80において、電子ビーム7のビーム軌道の制御は電磁レンズと静電偏向器にて構成されている。従って、電子光学系の構成に当っては、これらのレンズおよび偏向器の総合的な光学特性や、機械的な組み立て精度、コンタミネーション等の影響を十分に考慮しなければならない。

【0009】さらに、本例の電子ビーム描画装置は、ビーム解像度を向上させるため、電子ビーム7を高加速度に加速させてウェーハ29上のレジストへ打ち込む方式を採用している。このため、照射された電子ビーム7がウェーハ面のレジスト下面に形成された各種の多層薄膜で反射して再びレジスト上方に向かうため、描画しようとするパターンに近接する領域の露光量が増加し、このことが次の描画パターンにボケや解像度劣化を引き起こす。これが近接効果と呼ばれる現象である。

【0010】従来の技術においては、この近接効果の影響を回避するために、各ショット毎に照射量を補正することにより露光量を制御していた。このため、電子光学系、制御部のいずれについても大掛かりなシステムが必要となり、システムが複雑化する上、トラブルの誘発により結果的に精度が低下してしまう、という問題点があった。

【0011】さらに、図5に示す描画装置では、高加速の電子ビーム7を用いているため、ウェーハ表面へのダメージも懸念される。

【0012】そこで、上述したようなVSB方式の高加速電圧荷電ビーム描画装置の問題点を克服するために、低加速電圧の電子ビームを用いたセルアパーチャ方式の電子ビーム描画方式が提案されている（特願平10-363071, J. Vac. Sci. Technol. B

14(6)1996.3802)。図6に特願平10-363071にて提案された電子ビーム描画装置の電子光学系の要部を示す。

【0013】電子銃1から出射され加速された電子ビーム7は、矩形または円形の開口を有する第1成形アパーチャ13に照射され、その断面形状が第1成形アパーチャ13の開口の形状に応じた形状となって照明レンズ15に入射する。照明レンズ15は、2個の静電レンズ（アインツェルレンズ）で構成され、中央の電極へ負の電圧が印加されて電子ビーム7のビーム径を調整して、投影光学系の開き角を決定している。照明レンズ15を通過した電子ビーム7は、第1成型偏向器17を通過して一括露光セルアパーチャが複数個配列された第2成形アパーチャ19に入射する。

【0014】電子ビーム7のビーム径は、照明レンズ15で調整されているので、任意の一個のセルアパーチャに対しては十分に大きく、かつ隣接するセルパターンに干渉しない大きさとなっている。第1成型偏向器17は、目標とするアパーチャが選択できるように電子ビーム7を目標位置へ偏向制御する。

【0015】第2成形アパーチャ19を通過してセルアパーチャ像に応じた断面形状を有する電子ビーム7は、第2成型偏向器21により、そのビーム軌道が光軸上に振戻される。第1成型偏向器17、第2成型アパーチャ19および第2成型偏向器21を通過した電子ビーム7は、第2成型アパーチャ19を起点とするセルパターンビームとしてスタートし、光軸上に振り戻された状態で縮小レンズ24を通過する。縮小レンズ24の上部にはアパーチャ22が設置されており、第2成型アパーチャ19等を通過する際に散乱した不要なビームをカットする。

【0016】縮小レンズ24により縮小された電子ビーム7は、プリ副偏向器93'、プリ主偏向器95'、副偏向器93、主偏向器95および対物レンズ25を通過してウェーハ面29に縮小投影される。パターンを描画すべき位置に対応するビーム位置は、主偏向器95と副偏向器93で制御し、主偏向器95に対するプリ主偏向器95'の制御電圧は加算方向に、プリ副偏向器93'の制御電圧は減算方向に制御することにより総合的な収差を最小化している。

【0017】主偏向器95は、XYステージ（図示せず）上に搭載したウェーハ29に対してXYステージの位置を参照しながらストライプ内の描画位置に入射するように電子ビーム7を偏向制御し、また、副偏向器93は、ストライプを細かく分割したサブフィールド内の描画領域に対して電子ビーム7の入射位置を制御する。また、主偏向器95の下部には、電子検出器27が配設され、電子ビーム7がウェーハに入射する時に発生する二次電子等を検出する。その検出結果は、信号処理により二次電子等の発生状況を示すSEM画像として検出さ

れ、この画像に基づいて描画位置と電子ビーム7とのアライメントが調整される。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の低加速電圧の電子ビーム描画装置においては、電子光学系の電子レンズとして図6に示すように回転対称型の静電型レンズ24、25を用い、これらを減速型の収束モード、即ち、アインツェルレンズにおいて中間電極に与えるレンズ電圧をビームを減速させる極性の電圧とするモードで使用すると、電子レンズ内で電子ビーム7が減速されるため、色収差および空間電荷効果（特にBoersch効果）によるビームボケが発生し、この結果、セルアパーチャ像がウェーハ29上でボケてしまい、描画特性が劣化するという問題があった。

【0019】また、従来の低加速電圧の電子ビーム描画装置においては、アパーチャ22を通過した電子ビーム7についてクロスオーバー99を形成することにより縮小投影を実現しているが、クロスオーバー99を形成すると、電子密度が高くなるためにこの領域におけるクーロン相互作用が顕著になり、空間電荷効果（Boersch効果）によるボケが描画特性をさらに劣化させるという問題点があった。

【0020】さらに、電子ビームの低加速化によって色収差が増大し、色収差性能が描画性能の向上を妨げるという問題点もあった。

【0021】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、低加速電圧の電子ビームを用いても色収差および空間電荷効果の影響が小さく、描画性能に優れた荷電ビーム描画装置およびパターン描画方法並びに記録媒体を提供することにある。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明は、以下の手段により上記課題の解決を図る。

【0023】即ち、本発明の第1の態様によれば、荷電ビームを発生させて基板に照射する荷電ビーム出射手段と、所望の描画パターンに対応した形状の絞り孔を有する開き角絞りと、上記荷電ビームが上記所望の断面形状を有するように上記荷電ビームを電界により偏向して上記開き角絞りの所望の絞り孔に入射させる第1の偏向手段と、上記開き角絞りを通過した上記荷電ビームを電界により縮小させて上記基板上に結像させる縮小投影手段と、上記開き角絞りを通過した上記荷電ビームを電界により偏向して上記基板上での照射位置を調整する第2の偏向手段と、上記荷電ビームの照射を受けた上記基板の表面から発生する二次電子および反射電子が近接する描画パターンの露光量に影響を及ぼす近接効果が発生する量を下回る加速電圧で上記荷電ビームが発生するように上記荷電ビーム出射手段を制御するとともに、上記荷電ビームが上記開き角絞りと上記基板との間でX方向とY方向で略同一の縮小率で縮小し、かつ、X方向とY方向と

で異なる軌道を通して上記基板上で結像するように上記縮小投影手段に光軸に非対称な電界を形成させる制御手段と、を備える荷電ビーム描画装置が提供される。

【0024】上記荷電ビーム描画装置によれば、電界により荷電ビームの軌道を制御するので、従来の荷電ビーム描画装置のように磁界型レンズによるヒステリシスを考慮する必要はない。このため、高速かつ高性能な制御が可能となる。

【0025】また、上記縮小投影手段は、光軸に非対称な電界を形成するので、収束電場と発散電場のいずれもが電子ビームに対して垂直に作用する。このため、従来の回転対称型の静電レンズを用いる場合と異なり、縮小投影手段内で荷電粒子が減速しないので、空間電荷効果を低減することができ、低い電圧値で上記縮小投影手段を作動させることができる。また、回転対称型の静電レンズでは不可能である収差補正を行うことができる。

【0026】さらに、上記縮小投影手段は、上記制御手段の制御により上記荷電ビームがX方向とY方向とで異なる軌道を通るように電界を形成するので、上記荷電ビームは、電流密度の高いクロスオーバを形成することなく上記基板上で結像する。これにより、低加速電圧でありながら空間電荷効果の影響が非常に小さい荷電ビーム描画装置が提供される。従って、高加速電圧の荷電ビームを用いる場合に発生する近接効果の影響を考慮する必要がないので、簡素な構成で収差特性に優れた荷電ビーム描画装置が提供される。

【0027】上記縮小投影手段は、入射した前記荷電ビームを加速する加速電界と、加速された前記荷電ビームを減速する減速電界とを形成することが好ましい。

【0028】荷電ビームとその光軸との距離が大きくなると色収差が発生するので、上記縮小投影手段内で荷電粒子を高速に移動させる領域を設けることにより、色収差をさらに低減することができる。

【0029】さらに、上記縮小投影手段は、上記荷電ビームの速度を上記縮小投影手段への入射速度である第1の速度を上回る第2の速度に引上げる加速電界と、この第2の速度を維持する等速電界と、上記第2の速度を下回る第3の速度に引下げる減速電界と、を形成することが望ましい。

【0030】上記縮小投影手段が上記等速電界を形成する領域は、上記荷電ビームとその光軸との距離が最大となる領域を少なくとも含むと好適である。

【0031】前述の通り、荷電ビームとその光軸との距離が大きくなると色収差が発生するので、この領域で、荷電粒子を高速で移動させることにより、色収差を大幅に低減することができる。

【0032】上記縮小投影手段は、N重（Nは自然数）のマルチポールレンズを含むと良い。

【0033】上記Nは、3以上の自然数であり、第1重目から第2重目の上記マルチポールレンズは、上記荷電

ビームを加速し、第（N-1）重目から第N重目の上記マルチポールレンズは、上記荷電ビームを減速することが望ましい。

【0034】また、上記Nは、4以上の自然数であり、第1重目から第2重目の上記マルチポールレンズは、上記荷電ビームの速度を上記第1の速度から上記第2の速度に引上げる加速電界を形成し、第2重目から第（N-1）重目の上記マルチポールレンズは、上記第2の速度で上記荷電ビームを等速移動させる電界を形成し、さらに、第（N-1）重目から第N重目の上記マルチポールレンズは、上記荷電ビームの速度を上記第2の速度から上記第3の速度に引下げる減速電界を形成することが好ましい。

【0035】上記マルチポールレンズは、静電型であるが良い。

【0036】また、本発明の第2の態様によれば、発生された荷電ビームを所望のパターンに応じた断面形状を有するように整形して基板に照射しこの基板に上記所望のパターンを描画する荷電ビーム描画装置を用いるパターン描画方法であって、上記荷電ビームの照射を受けた上記基板の表面から発生する二次電子および反射電子が近接する描画パターンの露光量に影響を及ぼす近接効果が発生する量を下回る加速電圧で上記荷電ビームを発生させる第1の手順と、整形された上記荷電ビームがX方向とY方向とで異なる軌道を通るように上記荷電ビームを制御するとともにX方向とY方向とで略同一の縮小率をもって上記基板上で結像するように上記荷電ビームを縮小投影する第2の手順と、を備えるパターン描画方法が提供される。

【0037】上記パターン描画方法によれば、上記荷電ビームは、X方向とY方向とで異なる軌道を通しながらX、Yのいずれの方向ともほぼ同一の倍率で縮小されるので、電流密度の高いクロスオーバを形成することなく上記基板上で結像する。これにより、低加速電圧で発生された荷電ビームを用いても空間電荷効果の影響を回避してビームばけを小さくすることができる。このため、高加速電圧の荷電ビームを用いる場合に発生する近接効果の影響を考慮する必要なく、高い分解能でパターンを基板に描画することができる。

【0038】上記第2の手順は、整形された上記荷電ビームの荷電粒子の移動速度を引上げてより高速で等速移動させ、その後上記荷電粒子の速度を引下げて上記基板上で収束させる手順を含むことが望ましい。

【0039】このように、整形された荷電ビーム中の荷電粒子を高速で等速移動させることにより、色収差をさらに低減することができる。

【0040】上記荷電粒子を上記高速で等速移動させる領域は、上記荷電ビームからその光軸までの距離が最大となる領域を少なくとも含むと良い。

【0041】荷電ビームとその光軸との距離が大きくな

ると色収差が発生するので、この領域で荷電粒子を高速で等速移動させることにより、色収差を大幅に低減することができる。

【0042】また、本発明の第3の態様によれば、発生された荷電ビームを所望のパターンに応じた断面形状を有するように整形して基板に照射しこの基板に上記所望のパターンを描画する荷電ビーム描画装置に用いられ、上記荷電ビームの照射を受けた上記基板の表面から発生する二次電子および反射電子が近接する描画パターンの露光量に影響を及ぼす近接効果が発生する量を下回る加速電圧で上記荷電ビームを発生させる第1の手順と、整形された上記荷電ビームがX方向とY方向とで異なる軌道を通るように上記荷電ビームのビーム軌道を制御するとともにX方向とY方向とで略同一の縮小率をもって上記基板上で結像するように上記荷電ビームを縮小投影する第2の手順と、を備えるパターン描画方法を上記荷電ビーム描画装置に実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体が提供される。

【0043】上記記録媒体によれば、低加速電圧の荷電ビームを用いても空間電荷効果の影響を回避して高い分解能でパターンを基板に描画する方法を汎用のコンピュータを備える荷電ビーム描画装置で実現することができる。

【0044】上記第2の手順は、整形された上記荷電ビームの荷電粒子の速度を引上げてより高速で等速移動させ、その後上記荷電粒子の速度を引下げて上記基板上で結像させる手順を含むことが望ましい。

【0045】上記第2の手順において、上記荷電粒子を上記高速で等速移動させる領域は、上記荷電ビームがその光軸から最も離隔する領域を少なくとも含むとさらに好適である。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の一形態について図面を参照しながら説明する。

【0047】図1は、本発明にかかる荷電ビーム描画装置の実施の一形態の概略構成を示すブロック図であり、また図2は、図1に示す電子ビーム描画装置が備える電子光学系の概略構成を示すブロック図である。

【0048】図1に示す電子ビーム描画装置1は、荷電ビームとして電子ビーム8を用いるものであり、電子ビーム鏡筒2と制御部3とを備えている。電子ビーム鏡筒2は、上面に描画対象であるウェーハ（基板）29を載置するXYステージ5と、ウェーハ29に電子ビーム8を照射する電子光学系4とを含む。後述するように、本実施形態の特徴は、電子光学系4においてアパーチャ22からウェーハ29までの領域に4重の四極子レンズ23（Q1～Q4）を配設した点にある。電子光学系4のその他の構成は、図6に示す電子光学系90と略同一である。

【0049】制御部3は、制御コンピュータ6とメモリ

45と各種制御回路部31～59とを含む。メモリ45には、CAD等による設計データからフォーマット変換された描画パターン情報が格納されるほか、後述する本発明にかかるパターン描画方法を実行させるプログラムを格納した記録媒体から読取られたレシピファイルが格納される。制御コンピュータ6は、メモリ45からこれらの描画パターン情報とレシピファイルとを読み取り、装置の各構成部分を制御する。

【0050】制御回路部には、電子銃制御回路部31、照明レンズ制御回路部33a、33b、第1成型偏向制御回路部37、セルアパーチャ駆動部39、第2成型偏向制御回路部41、四極子レンズ制御回路部43a～43d、偏向制御回路部55a、55b、検出信号処理回路部57、およびステージ制御回路部59が含まれる。

【0051】電子銃制御回路部31は、制御コンピュータ6から供給される指令信号に基づいて近接効果の影響が発生しない程度の加速電圧で電子ビーム8が照射されるように電子銃11を制御する。照明レンズ制御回路部33a、33bは、電子ビーム8の所望のビーム径、投影光学系の開き角が得られるように電圧値を調整して、静電レンズ15a、15bの中央の電極へ負の電圧をそれぞれ印加する。第1成型偏向制御回路部37および第2成型偏向制御回路部41は、それぞれ第1成型偏向器17および第2成型偏向器21を制御する。セルアパーチャ駆動部39は、制御コンピュータ6の指令信号に基づいて、描画パターンに応じた絞り孔を有する一括露光セルアパーチャを選択し、これが光軸の近辺に位置するように第2成型アパーチャ19を水平方向に移動させる。四極子レンズ制御回路部43a～43dは、後述する本発明において特徴的な方法で四極子レンズ23（それぞれQ1～Q4）を制御する。偏向制御回路部55は、制御コンピュータ6の指令信号に基づいて電子ビーム8が所望のストライプ内で、かつ、所望のサブフィールド内で走査されるように、制御信号を偏向器25に供給する。検出信号処理回路部57は、電子検出器27を制御するとともに、その検出結果を信号処理してSEM画像をなす画像信号を出力する。制御コンピュータ6は、この画像信号に基づいてSEM画像を取得し、近接効果の有無を判断してその結果を指令信号として電子銃制御回路部31にフィードバックする。ステージ制御回路部59は、制御コンピュータ6が供給する指令信号に基づいてウェーハ29がレシピファイルに従って移動するように、XYステージ5に制御信号を供給する。

【0052】次に、図1に示す電子ビーム描画装置1の動作について、本発明にかかるパターン描画方法の実施の一形態として説明する。

【0053】電子銃1から所定の加速電圧で出射した電子ビーム8は、まず、第1成型アパーチャ13に入射する。本実施形態において所定の加速電圧は、5kVである。第1成型アパーチャ13は、矩形または円形の開口

を有するので、電子ビーム8は、この開口の形状に応じて矩形または円形の断面形状で第1成形アパーチャ13を通過する。第1成形アパーチャ13を通過した電子ビーム8は、一括露光セルアパーチャが複数配列された第2成形アパーチャ19に向かう。電子ビーム8は、任意の一個のセルアパーチャに対して十分大きく、かつ隣接するセルパターンに干渉しない大きさとなるように、照明レンズ15によりそのビーム径が予め拡大される。照明レンズ15は、2個の静電レンズ（アインツェルレンズ）15a、15bで構成され、それぞれ中央の電極へ負の電圧が印加されることにより拡大機能が作用する。第2静電レンズ15bを通過した電子ビーム8は、第1成形偏向器17によりセルアパーチャが複数配列された第2成形アパーチャ19に対して目標とするセルアパーチャ上に照射できるようにそのビーム軌道が偏向制御される。第2成形偏向器21は、第2成形アパーチャ19を通過したセルアパーチャ像を光軸上に振戻す。第1成形偏向器17、第2成形アパーチャ19および第2成形偏向器21を通過した電子ビーム8は、第2成形アパーチャ19を起点とするセルパターンビーム9としてスタートし、光軸上に振り戻された状態でアパーチャ22を通過する。電子ビーム8、9は次に本実施形態において特徴的な静電多重四極子レンズ23内へ入射する。本実施形態において、四極子レンズ23は、縮小投影手段を構成する静電型N重マルチポールレンズをなし、互いに90度の角度をなすように配置された4個の円柱状の構成電極を有する四極子レンズで構成されている。

【0054】4重の四極子レンズ23（Q1～Q4）内で電子ビーム8が通過する軌道を図3に示す。同図に示すように、電子ビーム8は、実線で示すセルアパーチャ像8X、8Y、点線で示すセルパターンビーム9X、9Yともに、四極子レンズの作用によりX、Yいずれの方向においても略同一の縮小率（本実施形態においては1/5以下）で縮小されるが、X方向とY方向とで異なった軌道を通り、電子密度の高いクロスオーバを形成することなくウェーハ29上で収束されて結像する。

【0055】このとき四極子レンズ23内で発生する色収差の積分子分布を図4に示す。同図に示すように、X方向の色収差積分子分布は、第3重目の四極子レンズQ3でその大部分が発生し、Y方向の色収差積分子分布は、第2重目の四極子レンズQ2でその大部分が発生することとなる。

【0056】本実施形態のパターン描画方法の特徴の一つは、4重（N=4）の四極子レンズQ1～Q4を用いて加速電界、高速（等速）電界および減速電界を形成することにより、色収差を低減する点にある。即ち、まず、第1重目の四極子レンズQ1と第2重目の四極子レンズQ2にて四極子レンズQ1、Q2間に加速電界を形成して電子ビーム8、9を構成する電子を加速し、その速度を四極子レンズQ1への入射速度（第1の速度）を

上回る第2の速度とする。次に、第2重目の四極子レンズQ2と第3重目の四極子レンズQ3により、四極子レンズQ2、Q3間に等速電界を形成し、四極子レンズQ2、Q3間でのみ電子を第2の速度で通過させる。さらに、第3重目の四極子レンズQ3と第4重目の四極子レンズQ4により減速電界を形成し、第2の速度を下回る第3の速度に減速して図示しないXYステージ上に搭載したウェーハ14に入射させる。このように、色収差が大きな領域において電子を高速にて等速移動させることにより、色収差を低減させることができる。

【0057】ウェーハ14の上面における電子ビーム8、9の照射位置は、偏向器25a、bにより制御する。即ち、主偏向器25aは、図示しないXYステージの位置を参照しながらウェーハ14に対してストライプ内の描画位置を偏向制御し、また、副偏向器25bは、サブフィールド内の描画位置を偏向制御する。図1および図2に示すように、四極子レンズQ2～Q3間、Q3～Q4間に偏向器25を多重に設置することにより、偏向により発生する収差成分を最小にすることができる。なお、四極子レンズQ4～ウェーハ29間に例えば偏向器25cをさらに設置するとより収差成分を小さくすることができる。

【0058】四極子レンズQ4の下部には、電子ビーム8、9がウェーハ上に照射された時に発生する二次電子等を検出する電子検出器27が配設され、検出された電子信号を検出信号処理回路部57に供給する。検出信号処理回路部57は、供給された電子信号を処理してSEM画像をなす画像信号を制御コンピュータ6に出力する。制御コンピュータ6は、この画像信号に基づいてSEM画像を取得することにより、電子ビーム8の加速電圧等を調整・制御する。

【0059】上述したパターン描画方法の一連の手順は、コンピュータに実行させるプログラムとしてフロッピーディスクやCD-ROM等の記録媒体に収納し、例えば図1に示す制御コンピュータ6に読込ませて実行させても良い。これにより、汎用コンピュータを備える荷電ビーム描画装置を用いて本発明にかかるパターン描画方法を実現することができる。

【0060】記録媒体は、磁気ディスクや光ディスク等の携帯可能なものに限定されず、ハードディスク装置やメモリなどの固定型の記録媒体でも良い。また、上述したパターン描画方法の一連の手順を組み込んだプログラムをインターネット等の通信回線（無線通信を含む）を介して頒布しても良い。さらに、上述したパターン描画方法の一連の手順を組み込んだプログラムを暗号化したり、変調をかけたり、圧縮した状態で、インターネット等の有線回線や無線回線を介して、あるいは記録媒体に収納して頒布しても良い。

【0061】

【発明の効果】以上詳述したとおり、本発明は、以下の

効果を奏する。

【0062】即ち、本発明にかかる荷電ビーム描画装置によれば、電界で荷電ビームを偏向・縮小する偏向手段および縮小投影手段のみで電子光学系を構成し、また光軸に非対称な電界を形成する縮小投影手段を用いてX方向とY方向とで異なる軌道を経由して電子ビームを基板上に結像させるので、高縮小率のステグマテックな結像条件において、低加速の荷電ビームで空間電荷効果の影響を大幅に低減できる。このため、ウェーハ面でのダメージがない上、複雑な近接効果補正の制御が必要ないので、簡素な構成で小型でかつ収差特性に優れた荷電ビーム描画装置が提供される。

【0063】また、上記縮小投影手段により空間電荷効果の影響が小さい領域に色収差の寄与を集約できるので、この領域内で電子を高速で等速移動させる場合は色収差の影響を大幅に低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる荷電ビーム描画装置の実施の一形態の概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す電子ビーム描画装置が備える電子光学系の概略構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示す電子ビーム描画装置の縮小光学系内における電子ビームのビーム軌道を示す説明図である。

【図4】図1に示す電子ビーム描画装置の縮小光学系内で発生する色収差の積分子分布図である。

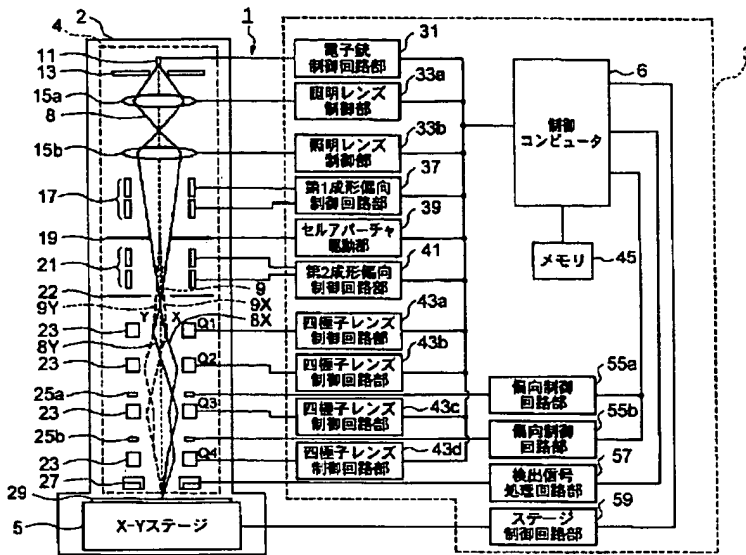
【図5】従来の技術による荷電ビーム描画装置の一例の要部を示すブロック図である。

【図6】従来の技術による荷電ビーム描画装置の他の例の要部を示すブロック図である。

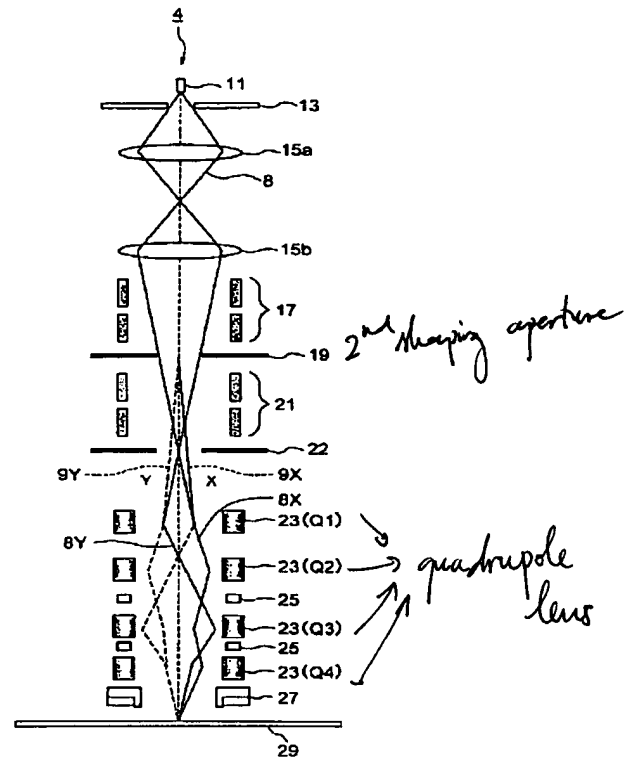
【符号の説明】

- | | | | |
|---|-----------|------------|---------------------|
| 1 | 電子ビーム描画装置 | 2 | 電子ビーム鏡筒 |
| | | 3 | 制御部 |
| | | 4 | 電子光学系 |
| | | 5 | X-Yステージ |
| | | 6 | 制御コンピュータ |
| | | 7, 8 | 電子ビーム |
| | | 8 X, 9 X | X方向の電子ビーム軌道 |
| | | 8 Y, 9 Y | Y方向の電子ビーム軌道 |
| | | 11 | 電子銃 |
| | | 13 | 第1成型アパーチャ |
| | | 15 | 照明レンズ |
| | | 17 | 第1成型偏向器 |
| | | 19 | 第2成型アパーチャ (セルアパーチャ) |
| | | 21 | 第2成型偏向器 |
| | | 23 | 四極子レンズ |
| | | 25 | 偏向器 |
| | | 27 | 電子検出器 |
| | | 29 | ウェーハ (基板) |
| | | 31 | 電子銃制御回路部 |
| | | 33 a, 33 b | 照明レンズ制御部 |
| | | 37 | 第1成型偏向制御回路部 |
| | | 39 | セルアパーチャ駆動部 |
| | | 41 | 第2成型偏向制御回路部 |
| | | 43 | 四極子レンズ制御回路部 |
| | | 45 | メモリ |
| | | 55 a, 55 b | 偏向制御回路部 |
| | | 57 | 検出信号処理回路部 |
| | | 59 | ステージ制御回路部 |
| | | 68 X | X方向の色収差積分子分布 |
| | | 68 Y | Y方向の色収差積分子分布 |

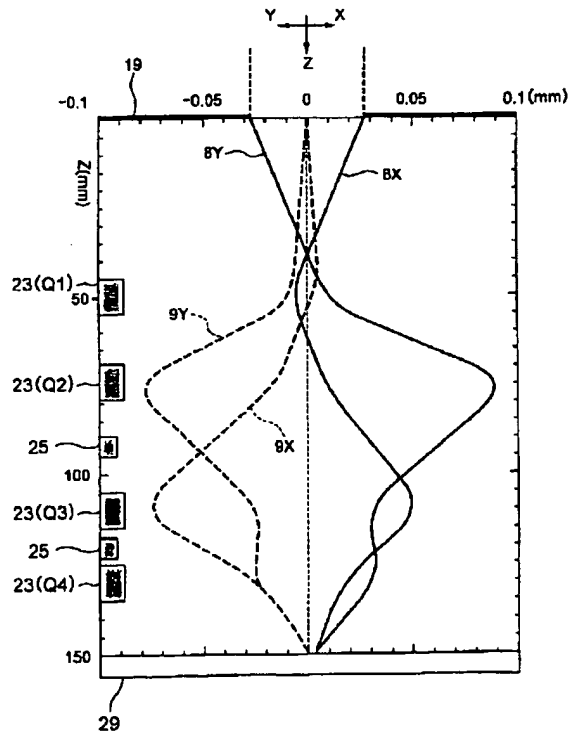
【図1】



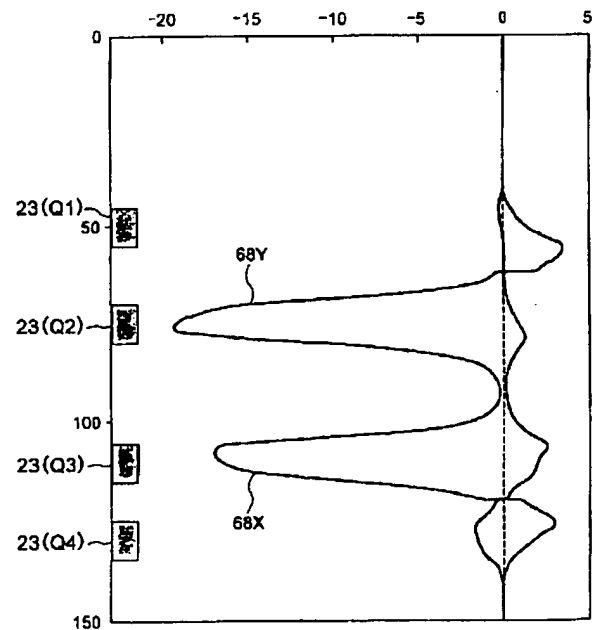
【図2】



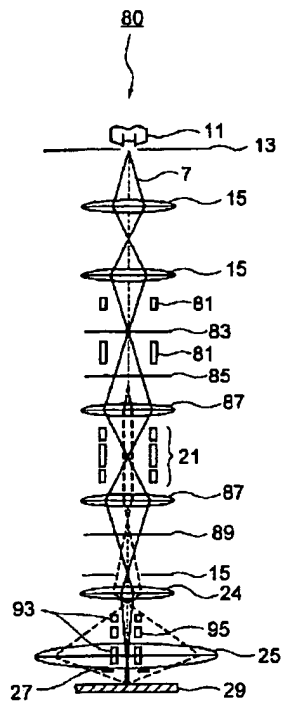
【図3】



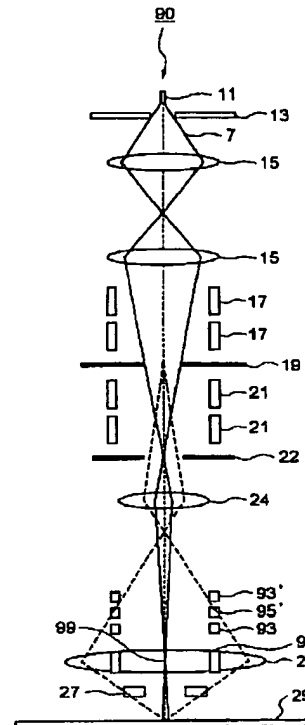
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 三 好 元 介
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

Fターム(参考) 2H097 AA03 CA16 LA10
5C034 BB02 BB04 BB08
5F056 CB02 CB30 CB32 CC14 EA04
EA05

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the drawing equipment, the drawing method, and record medium using electric charge beams, such as ion and an electron beam, especially about the pattern drawing technology to the substrate used by the semiconductor manufacturing process of LSI and a VLSI.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since electric charge beam drawing equipment can draw a pattern on a substrate with the resolution of the wavelength level of an electron (ion) shorter than light wave length, it has the advantage that the detailed pattern with which high resolution is demanded can be formed. There is a problem that the time which drawing takes is huge in order to carry out direct writing with an electric charge beam, after dividing a completion pattern into the pattern of a small field unlike this mask drawing method according to optical exposure on the other hand. However, since it has the feature which can form a highly precise detailed pattern, it is developed as a leading tool for semiconductor manufacture of limited production with a wide variety, such as the next technology of the lithography technology of an optical exposure method, or ASIC (Application Specific Integrated Circuit).

[0003] There is a VSB (Valuable Shaped Beam) drawing method which carries out pattern drawing of the method of carrying out the scan of the whole wafer surface, and carrying out pattern formation while carrying out ON/OFF control of the small round-head beam as a method of forming a direct pattern with an electron beam, and the electron beam which passed stencil aperture. A VSB drawing method is developed further, a stencil is prepared for a repeat pattern as one block, and the technology of electron ray (electron beam) drawing of the package drawing method which carries out high-speed drawing of this by carrying out selection drawing is also developed.

[0004] First, the electron beam exposure system of the VSB drawing method indicated by Japanese Patent Application No. 6-290727 is explained as the first example of the conventional electron beam exposure system. Drawing 5 is the block diagram showing the outline of the electron optics system 80 of the electron beam exposure system of this example. In addition, in each following drawing, the same reference number is given to the same portion, and the explanation is omitted suitably.

[0005] A beam diameter is adjusted by the lighting lens 15, the aperture angle to a projection optical system is determined, and by passing further the first shaping aperture 85 which has rectangular opening, the electron beam 7 generated and accelerated from the electron gun 1 is orthopedically operated so that it may have a rectangular cross-section configuration. Then, an electron beam 7 is irradiated by the second shaping aperture 89 which consists of a rhombus and a rectangle with the projection lens 87 and which extracts and has a hole. The beam irradiation position to the second shaping aperture 89 is controlled by the forming deflecting system 21.

[0006] Although reduction projection of the electron beam 7 which passed the second shaping aperture 89 is carried out with a reducing glass 24 and an objective lens 25, the irradiation position of the electron beam 7 over the drawing position of a wafer 29 is controlled by the main deflecting system 93 and the subdeflecting system 95. An electron beam 7 is controlled and is made to irradiate the main deflecting system 93 within the stripe which is the field which divided the drawing field on a wafer 29 into band-like. The subdeflecting system 95 performs position control of an electron beam 7 to the subfield which is the small field which divided the inside of a stripe still more finely. In addition, it is carried out, referring to the position of the X-Y stage (not shown) which supports a wafer 29 on the upper surface in control of these current beam positions.

[0007] When it has the electronic detector 27 which detects the secondary electron, reflection electron, and back scattering electron (henceforth a secondary electron etc.) which are generated when an electron beam 7 is irradiated on a wafer 29 and it processes signals, such as a detected secondary electron, a SEM picture is acquired between an objective lens 25 and a wafer 29, and the alignment of a drawing position and an electron beam 7 is controlled between.

[0008] In the electron optics system 80 of this example, control of the beam orbit of an electron beam 7 consists of an electromagnetic lens and electrostatic deflecting system. Therefore, in the composition of an electron optics system, you fully have to take into consideration the influence of the synthetic optical property of these lenses and deflecting system, a mechanical assembly precision, contamination, etc.

[0009] Furthermore, in order that the electron beam exposure system of this example may raise beam resolution, it made high acceleration accelerate an electron beam 7, and the register SUTOHE ***** method on a wafer 29 is used for it. For this reason, in order for the irradiated electron beam 7 to reflect by various kinds of multilayered films formed in the resist inferior surface of tongue of a wafer side and to go to the resist upper part again, the light exposure of the field close to the pattern which is going to draw increases, and this causes dotage and resolution degradation in the following drawing pattern. It is the phenomenon in which this is called proximity effect.

[0010] in order to avoid the influence of this proximity effect in a Prior art -- every shot -- an exposure -- an amendment -- light exposure was controlled by things For this reason, when an electron optics system and the large-scale system about all of a control section were needed and a system was complicated, there was a trouble that precision will fall as a result by induction of a trouble.

[0011] Furthermore, with the drawing equipment shown in drawing 5, since the electron beam 7 of high acceleration is used, we are anxious also about the damage on the front face of a wafer.

[0012] Then, in order to conquer the trouble of high acceleration voltage electric charge beam drawing equipment of a VSB system which was mentioned above, the electron-beam-lithography method of the cell aperture method using the electron beam of low acceleration voltage is proposed (Japanese Patent Application No. 10-363071, J.Vac.Sci.Technol.B14(6)1996.3802). The important section of the electron optics system of the electron beam exposure system proposed by drawing 6 by Japanese Patent Application No. 10-363071 is shown.

[0013] The 1st shaping aperture 13 which has a rectangle or circular opening irradiates, the cross-section configuration turns into a configuration according to the configuration of opening of the 1st shaping aperture 13, and incidence of the electron beam 7 which outgoing radiation was carried out and was accelerated from the electron gun 1 is carried out to the lighting lens 15. The lighting lens 15 consisted of two electrostatic lenses (AINTSUSERU lens), negative voltage was impressed to the central electrode, and it adjusted the beam diameter of an electron beam 7, and has determined the aperture angle of a projection optical system. Incidence of the electron beam 7 which passed the lighting lens 15 is carried out to the 2nd shaping aperture 19 which passes the 1st molding deflecting system 17 and by which two or more package exposure cell aperture was arranged.

[0014] Since the beam diameter of an electron beam 7 is adjusted by the lighting lens 15, to the cell aperture of arbitrary pieces, it is fully large and serves as a size which does not interfere in an adjoining selva turn. The 1st fabrication deflecting system 17 carries out deviation control of the electron beam 7 to a target position so that target aperture can be chosen.

[0015] As for the electron beam 7 which passes the 2nd shaping aperture 19 and has a cross-section configuration according to the cell aperture image, the beam orbit is ****(ed) by the 2nd fabrication deflecting system 21 on an optical axis. The 1st molding deflecting system 17 and the electron beam 7 which reached 2nd molding aperture 19 and passed the 2nd molding deflecting system 21 are started as a cell pattern beam on the basis of the 2nd molding aperture 19, and a reducing glass 24 is passed in the state where it was returned on the optical axis. Aperture 22 is installed in the upper part of a reducing glass 24, and the unnecessary beam scattered about when passing 2nd molding aperture 19 grade is cut.

[0016] The electron beam 7 reduced by the reducing glass 24 passes pulley secondary deflecting system 93', and pulley main deflecting system 95', the subdeflecting system 93, the main deflecting system 95 and an objective lens 25, and reduction projection is carried out in the wafer side 29. Synthetic aberration is minimized by controlling by the main deflecting system 95 and the subdeflecting system 93 the current beam position corresponding to the position which should draw a pattern, controlling the control voltage of pulley main deflecting system 95' to the main deflecting system 95 in the addition direction, and controlling the control voltage of pulley secondary deflecting system 93' in the subtraction direction.

[0017] Referring to the position of an X-Y stage to the wafer 29 carried on the X-Y stage (not shown), the main deflecting system 95 carries out deviation control of the electron beam 7 so that incidence may be carried out to the drawing position in a stripe, and the subdeflecting system 93 controls the incidence position of an electron beam 7 to the drawing field in the subfield which divided the stripe finely. Moreover, the electronic detector 27 is arranged by the lower part of the main deflecting system 95, and the secondary electron generated when an electron beam 7 carries out incidence to a wafer is detected in it. The detection result is detected as a SEM picture which shows generating situations, such as secondary electron, by signal processing, and the alignment of a drawing position and an electron beam 7 is adjusted based on this picture.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it sets to the conventional electron beam exposure system of low acceleration voltage. As shown in drawing 6 as an electron lens of an electron optics system, the symmetry-of-revolution type electrostatic-type lenses 24 and 25 are used. If the lens voltage which gives these to a bipolar electrode in slowed down type convergence mode, i.e., an AINTSUSERU lens, is used in the mode made into the polar voltage which decelerates a beam, since an electron beam 7 will be slowed down within an electron lens, The beam dotage by chromatic aberration and the space charge effect (especially the Boersch effect) occurred, consequently the cell aperture image faded on the wafer 29, and there was a problem that a drawing property deteriorated.

[0019] Moreover, in the conventional electron beam exposure system of low acceleration voltage, although reduction projection was realized by forming a crossover 99 about the electron beam 7 which passed aperture 22, when the crossover 99 was formed, since electron density became high, the Coulomb interaction in this field became remarkable, and there was a trouble that dotage by the space charge effect (the Boersch effect) degraded a drawing property further.

[0020] Furthermore, chromatic aberration increased by low acceleration of an electron beam, and there was also a trouble that a chromatic-aberration performance barred improvement in a drawing performance.

[0021] Even if it is made in view of the above-mentioned situation and the electron beam of low acceleration voltage is used for the purpose, the influence of this invention of chromatic aberration and the space charge effect is small, and is to offer electric charge beam drawing equipment, the pattern drawing method, and a record medium excellent in the drawing performance.

[0022]

[Means for Solving the Problem] this invention aims at solution of the above-mentioned technical problem by the following meanses.

[0023] Namely, an electric charge beam outgoing radiation means according to the 1st mode of this invention to make

generate an electric charge beam and to irradiate a substrate, Aperture angle drawing of the configuration corresponding to the desired drawing pattern which extracts and has a hole, the above-mentioned electric charge beam has the cross-section configuration of the above-mentioned request -- as -- the above-mentioned electric charge beam -- electric field -- deviating -- drawing of a request of the above-mentioned aperture angle drawing -- with the 1st deflection means which carry out incidence to a hole The reduction projection means which is made to reduce the above-mentioned electric charge beam which passed the above-mentioned aperture angle drawing by electric field, and carries out image formation on the above-mentioned substrate, The 2nd deflection means which deflect the above-mentioned electric charge beam which passed the above-mentioned aperture angle drawing by electric field, and adjust the irradiation position on the above-mentioned substrate, While controlling the above-mentioned electric charge beam outgoing radiation means so that the above-mentioned electric charge beam occurs in the acceleration voltage which is less than the amount which the proximity effect which affects the light exposure of the drawing pattern with which the secondary electron and reflection electron which are generated from the front face of the above-mentioned substrate which received irradiation of the above-mentioned electric charge beam approach generates It reduces with the same reduction percentage. the above-mentioned electric charge beam -- between the above-mentioned aperture angle drawing and the above-mentioned substrates -- the direction of X, and the direction of Y -- abbreviation -- And the electric charge beam drawing equipment which equips the above-mentioned reduction projection means with the control means which make unsymmetrical electric field form in an optical axis so that an orbit which is different in the direction of X and the direction of Y may be passed and image formation may be carried out on the above-mentioned substrate is offered.

[0024] According to the above-mentioned electric charge beam drawing equipment, since the orbit of an electric charge beam is controlled by electric field, it is not necessary to take the hysteresis by the electromagnetic lens into consideration like conventional electric charge beam drawing equipment. For this reason, high-speed and highly efficient control is attained.

[0025] moreover -- since the above-mentioned reduction projection means forms unsymmetrical electric field in an optical axis -- both convergence electric field and emission electric field -- although -- it acts perpendicularly to an electron beam For this reason, since a charged particle does not slow down within a reduction projection means unlike the case where a conventional symmetry-of-revolution type electrostatic lens is used, the space charge effect can be reduced and the above-mentioned reduction projection means can be operated with a low voltage value. Moreover, an impossible aberration amendment can be performed in a symmetry-of-revolution type electrostatic lens.

[0026] Furthermore, since the above-mentioned reduction projection means forms electric field so that the orbit from which the above-mentioned electric charge beam differs in the direction of X and the direction of Y by control of the above-mentioned control means may be passed, it carries out image formation of the above-mentioned electric charge beam on the above-mentioned substrate, without forming a crossover with high current density. Thereby, though it is low acceleration voltage, electric charge beam drawing equipment with the very small influence of the space charge effect is offered. Therefore, since it is not necessary to take into consideration the influence of the proximity effect generated when using the electric charge beam of high acceleration voltage, the electric charge beam drawing equipment which was excellent in the aberration property with simple composition is offered.

[0027] As for the above-mentioned reduction projection means, it is desirable to form the drift potential which accelerates the aforementioned electric charge beam which carried out incidence, and the slowdown electric field which slow down the accelerated aforementioned electric charge beam.

[0028] Since chromatic aberration will occur if the distance of an electric charge beam and its optical axis becomes large, chromatic aberration can be further reduced by preparing the field to which a charged particle is moved at high speed within the above-mentioned reduction projection means.

[0029] Furthermore, as for the above-mentioned reduction projection means, it is desirable to form the drift potential pulled up at the 2nd speed exceeding the 1st speed which is an impingement rate to the above-mentioned reduction projection means about the speed of the above-mentioned electric charge beam, the uniform electric field which maintain this 2nd speed, and the slowdown electric field reduced at the 3rd speed which is less than the 2nd speed of the above.

[0030] If the field in which the above-mentioned reduction projection means forms the above-mentioned uniform electric field includes at least the field where the distance of the above-mentioned electric charge beam and its optical axis serves as the maximum, it is suitable.

[0031] Since chromatic aberration will occur as above-mentioned if the distance of an electric charge beam and its optical axis becomes large, chromatic aberration can be sharply reduced by moving a charged particle at high speed in this field.

[0032] As for the above-mentioned reduction projection means, it is good to include N-fold (for N to be the natural number) multipole lens.

[0033] Above N is the three or more natural numbers, and it is desirable for the above-mentioned multipole lens of the 1st pile to the 2nd pile to accelerate the above-mentioned electric charge beam, and for the above-mentioned multipole lens of the Nth pile to slow down the above-mentioned electric charge beam from eye a $2^{(N-1)}$ pile.

[0034] Above N is the four or more natural numbers. moreover, the above-mentioned multipole lens of the 1st pile to the 2nd pile The drift potential which pulls up the speed of the above-mentioned electric charge beam from the 1st speed of the above at the 2nd speed of the above is formed. the above-mentioned multipole lens of eye a $2^{(N-1)}$ pile from the 2nd pile The electric field which carry out uniform movement of the above-mentioned electric charge beam at the 2nd speed of the above are formed, and, as for the above-mentioned multipole lens of the Nth pile, it is still more desirable from from [a $2^{(N-1)}$ pile] to form the slowdown electric field which reduce the speed of the above-mentioned electric charge beam from the 2nd speed of the above to the 3rd speed of the above.

[0035] The above-mentioned multipole lens is good in it being an electrostatic type.

[0036] Moreover, it is the pattern drawing method using the electric charge beam drawing equipment which operates

orthopedically so that it may have a cross-section configuration according to the pattern of a request of the generated electric charge beam according to the 2nd mode of this invention, irradiates a substrate, and draws the pattern of the above-mentioned request to this substrate. The 1st procedure of generating the above-mentioned electric charge beam in the acceleration voltage which is less than the amount which the proximity effect which affects the light exposure of the drawing pattern with which the secondary electron and reflection electron which are generated from the front face of the above-mentioned substrate which received irradiation of the above-mentioned electric charge beam approach generates, while controlling the above-mentioned electric charge beam to pass the orbit from which the above-mentioned electric charge beam operated orthopedically differs in the direction of X, and the direction of Y -- the direction of X, and the direction of Y -- abbreviation -- with the 2nd procedure which carries out reduction projection of the above-mentioned electric charge beam so that image formation may be carried out on the above-mentioned substrate with the same reduction percentage The ***** pattern drawing method is offered.

[0037] while the above-mentioned electric charge beam passes an orbit which is different in the direction of X, and the direction of Y according to the above-mentioned pattern drawing method -- which direction of X and Y -- a simultaneously -- since it is reduced for the same scale factor, image formation is carried out on the above-mentioned substrate, without forming a crossover with high current density Even if this uses the electric charge beam generated in low acceleration voltage, the influence of the space charge effect can be avoided and beam dotage can be made small. For this reason, it is not necessary to take into consideration the influence of the proximity effect generated when using the electric charge beam of high acceleration voltage, and a pattern can be drawn to a substrate with high resolution.

[0038] As for the 2nd procedure of the above, it is desirable to include the procedure which pulls up the traverse speed of the charged particle of the above-mentioned electric charge beam operated orthopedically, is made to carry out uniform movement more at high speed, reduces the speed of the account charged particle of Gokami, and is completed on the above-mentioned substrate.

[0039] Thus, chromatic aberration can be further reduced by carrying out uniform movement of the charged particle in the electric charge beam operated orthopedically at high speed.

[0040] As for the field which carries out uniform movement of the above-mentioned charged particle at the above-mentioned high speed, it is good to include at least the field where the distance from the above-mentioned electric charge beam to the optical axis serves as the maximum.

[0041] Since chromatic aberration will occur if the distance of an electric charge beam and its optical axis becomes large, chromatic aberration can be sharply reduced by carrying out uniform movement of the charged particle in this field at high speed.

[0042] Moreover, it is used for the electric charge beam drawing equipment which operates orthopedically so that it may have a cross-section configuration according to the pattern of a request of the generated electric charge beam according to the 3rd mode of this invention, irradiates a substrate, and draws the pattern of the above-mentioned request to this substrate. The 1st procedure of generating the above-mentioned electric charge beam in the acceleration voltage which is less than the amount which the proximity effect which affects the light exposure of the drawing pattern with which the secondary electron and reflection electron which are generated from the front face of the above-mentioned substrate which received irradiation of the above-mentioned electric charge beam approach generates, while controlling the beam orbit of the above-mentioned electric charge beam to pass the orbit from which the above-mentioned electric charge beam operated orthopedically differs in the direction of X, and the direction of Y -- the direction of X, and the direction of Y -- abbreviation -- with the 2nd procedure which carries out reduction projection of the above-mentioned electric charge beam so that image formation may be carried out on the above-mentioned substrate with the same reduction percentage The record medium which recorded the program which makes the above-mentioned electric charge beam drawing equipment perform the ***** pattern drawing method and in which computer read is possible is offered.

[0043] According to the above-mentioned record medium, even if it uses the electric charge beam of low acceleration voltage, the method of avoiding the influence of the space charge effect and drawing a pattern to a substrate with high resolution is realizable with electric charge beam drawing equipment equipped with a general-purpose computer.

[0044] As for the 2nd procedure of the above, it is desirable to include the procedure which pulls up the speed of the charged particle of the above-mentioned electric charge beam operated orthopedically, is made to carry out uniform movement more at high speed, reduces the speed of the account charged particle of Gokami, and carries out image formation on the above-mentioned substrate.

[0045] In the 2nd procedure of the above, the field which carries out uniform movement of the above-mentioned charged particle at the above-mentioned high speed is still more suitable, if the above-mentioned electric charge beam includes at least the field most isolated from the optical axis.

[0046]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, it explains, referring to a drawing about one gestalt of operation of this invention.

[0047] Drawing 1 is the block diagram showing the outline composition of one gestalt of operation of the electric charge beam drawing equipment concerning this invention, and drawing 2 is the block diagram showing the outline composition of the electron optics system with which the electron beam exposure system shown in drawing 1 is equipped.

[0048] The electron beam exposure system 1 shown in drawing 1 is equipped with the electron beam lens-barrel 2 and the control section 3, using an electron beam 8 as an electric charge beam. The electron beam lens-barrel 2 contains X-Y stage 5 which lays the wafer (substrate) 29 which is a candidate for drawing in the upper surface, and the electron optics system 4 which irradiates an electron beam 8 at a wafer 29. The feature of this operation gestalt is that it arranged four-fold quadrupole lens 23 (Q1-Q4) in the field from aperture 22 to a wafer 29 in the electron optics system 4 so that it may mention later. the electron optics system 90 which shows the composition of others of an electron optics system 4 to drawing 6, and

abbreviation -- it is the same

[0049] A control section 3 contains a control computer 6, memory 45, and the various control circuit sections 31-59. The drawing pattern information by which format conversion was carried out from the design data based on CAD etc. is stored, and also the recipe file read in the record medium which stored the program which performs the pattern drawing method concerning this invention mentioned later is stored in memory 45. A control computer 6 reads these drawing pattern information and recipe files in memory 45, and controls each component of equipment.

[0050] The electron gun control circuit section 31, the lighting lens control circuit sections 33a and 33b, the 1st molding deviation control circuit section 37, the cell aperture mechanical component 39, the 2nd molding deviation control circuit section 41, the quadrupole lens control circuit sections 43a-43d, the deviation control circuit sections 55a and 55b, the detecting-signal processing circuit section 57, and the stage control circuit section 59 are contained in the control circuit section.

[0051] The electron gun control circuit section 31 controls an electron gun 11 so that an electron beam 8 is irradiated by the acceleration voltage which is the grade which the influence of the proximity effect does not generate based on the command signal supplied from a control computer 6. The lighting lens control circuit sections 33a and 33b adjust a voltage value so that the beam diameter of a request of an electron beam 8 and the aperture angle of a projection optical system may be acquired, and they impress negative voltage to the electrode of the center of electrostatic lenses 15a and 15b, respectively. It reaches 1st molding deviation control circuit section 37, and the 2nd molding deviation control circuit section 41 reaches 1st molding deflecting system 17, respectively, and controls the 2nd molding deflecting system 21. Based on the command signal of a control computer 6, the cell aperture mechanical component 39 chooses the package exposure cell aperture according to the drawing pattern which extracts and has a hole, and it moves the 2nd shaping aperture 19 horizontally so that this may be located near an optical axis. The quadrupole lens control circuit sections 43a-43d control the quadrupole lens 23 (respectively Q1-Q4) by the characteristic method in this invention mentioned later. The deviation control circuit section 55 supplies a control signal to deflecting system 25 so that an electron beam 8 may be in a desired stripe and it may be scanned within a desired subfield based on the command signal of a control computer 6. The detecting-signal processing circuit section 57 outputs the picture signal which carries out signal processing of the detection result, and makes a SEM picture while controlling the electronic detector 27. A control computer 6 acquires a SEM picture based on this picture signal, judges the existence of the proximity effect, and feeds it back to the electron gun control circuit section 31 by making the result into a command signal. The stage control circuit section 59 supplies a control signal to X-Y stage 5 so that a wafer 29 may move according to a recipe file based on the command signal which a control computer 6 supplies.

[0052] Next, operation of the electron beam exposure system 1 shown in drawing 1 is explained as one gestalt of operation of the pattern drawing method concerning this invention.

[0053] Incidence of the electron beam 8 which carried out outgoing radiation by predetermined acceleration voltage from the electron gun 1 is first carried out to the 1st shaping aperture 13. In this operation gestalt, predetermined acceleration voltage is 5kv. Since the 1st shaping aperture 13 has a rectangle or circular opening, an electron beam 8 passes the 1st shaping aperture 13 in a rectangle or a circular cross-section configuration according to the configuration of this opening. The electron beam 8 which passed the 1st shaping aperture 13 goes to the 2nd shaping aperture 19 by which two or more package exposure cell aperture was arranged. The beam diameter is beforehand expanded with the lighting lens 15 so that an electron beam 8 may serve as a size which does not interfere in the cell pattern which is large enough to the cell aperture of arbitrary pieces, and adjoins. The lighting lens 15 consists of two electrostatic lenses (AINTSUERU lens) 15a and 15b, and an expansion function acts by impressing negative voltage to a central electrode, respectively. Deviation control of the beam orbit is carried out so that the electron beam 8 which passed 2nd electrostatic-lens 15b can be irradiated on target cell aperture to the 2nd shaping aperture 19 by which two or more cell aperture was arranged with the 1st fabrication deflecting system 17. The 2nd fabrication deflecting system 21 is ***** on an optical axis about the cell aperture image which passed the 2nd shaping aperture 19. The 1st fabrication deflecting system 17 and the electron beam 8 which reached 2nd shaping-aperture 19 and passed the 2nd fabrication deflecting system 21 are started as a cell pattern beam 9 on the basis of the 2nd shaping aperture 19, and aperture 22 is passed in the state where it was returned on the optical axis. Next in this operation gestalt, incidence of the electron beams 8 and 9 is carried out into the characteristic electrostatic multiplex quadrupole lens 23. In this operation gestalt, the quadrupole lens 23 consists of quadrupole lenses which have the composition electrode of the four shape of a pillar arranged in the N-fold electrostatic-type multipole lens which constitutes a reduction projection means so that the angle of 90 degrees may be made nothing and mutually.

[0054] The orbit which an electron beam 8 passes within four-fold quadrupole lens 23 (Q1-Q4) is shown in drawing 3. the cell pattern beams 9X and 9Y shown by the cell aperture images 8X and 8Y in which an electron beam 8 is shown as a solid line, and the dotted line as shown in this drawing -- an operation of a quadrupole lens -- X and Y -- which direction -- also setting -- abbreviation, although reduced with the same reduction percentage (it sets in this operation gestalt and is 1/5 or less) It passes along an orbit which is different in the direction of X, and the direction of Y, and image formation is converged and carried out on a wafer 29, without forming a crossover with high electron density.

[0055] The product molecule distribution of the chromatic aberration generated within the quadrupole lens 23 at this time is shown in drawing 4. it is shown in this drawing -- as -- the chromatic-aberration integration of the direction of X -- a henchman -- cloth -- the quadrupole lens Q3 of the 3rd pile -- the most -- generating -- the chromatic-aberration integration of the direction of Y -- a henchman -- the most will generate cloth with the quadrupole lens Q2 of the 2nd pile

[0056] One of the features of the pattern drawing method of this operation gestalt is in the point of reducing chromatic aberration, by forming a drift potential, high-speed (uniform velocity) electric field, and slowdown electric field using four-fold (N= 4) quadrupole lenses Q1-Q4. That is, the electron which forms a drift potential between the quadrupole lens Q1 and Q2 with the quadrupole lens Q1 of the 1st pile and the quadrupole lens Q2 of the 2nd pile, and constitutes electron beams

8 and 9 first is accelerated, and let the speed be the 2nd speed exceeding the impingement rate (the 1st speed) to the quadrupole lens Q1. Next, with the quadrupole lens Q2 of the 2nd pile, and the quadrupole lens Q3 of the 3rd pile, uniform electric field are formed between the quadrupole lens Q2 and Q3, and an electron is passed at the 2nd speed only between the quadrupole lens Q2 and Q3. Furthermore, slowdown electric field are formed with the quadrupole lens Q3 of the 3rd pile, and the quadrupole lens Q4 of the 4th pile, and incidence is carried out to the wafer 14 carried on the X-Y stage which is not slowed down and illustrated at the 3rd speed which is less than the 2nd speed. Thus, chromatic aberration can be reduced by carrying out uniform movement of the electron in the field where chromatic aberration is big at high speed.

[0057] The irradiation position of the electron beams 8 and 9 in the upper surface of a wafer 14 is controlled by deflecting system 25a and b. That is, main deflecting system 25a carries out deviation control of the drawing position in a stripe to a wafer 14, referring to the position of the X-Y stage which is not illustrated, and subdeflecting system 25b carries out deviation control of the drawing position in a subfield. As shown in drawing 1 and drawing 2, the aberration component generated according to a deviation can be made into the minimum by installing deflecting system 25 multiplex between the quadrupole lens Q2 - Q3 and between Q3 - Q4. In addition, if for example, deflecting system 25c is further installed between the quadrupole lens Q4 - a wafer 29, an aberration component can be made small more.

[0058] The electronic detector 27 which detects the secondary electron generated in it when electron beams 8 and 9 are irradiated on a wafer by the lower part of the quadrupole lens Q4 is arranged, and supplies the detected electronic signal to the detecting-signal processing circuit section 57. The detecting-signal processing circuit section 57 outputs the picture signal which processes the supplied electronic signal and makes a SEM picture to a control computer 6. A control computer 6 adjusts and controls acceleration voltage of an electron beam 8 etc. by acquiring a SEM picture based on this picture signal.

[0059] A series of procedures of the pattern drawing method mentioned above may be made to read into the control computer 6 which contains to record media, such as a floppy disk and CD-ROM, as a program which a computer is made to execute, for example, is shown in drawing 1, and may be performed. The pattern drawing method which starts this invention by this using electric charge beam drawing equipment equipped with a general purpose computer is realizable.

[0060] A record medium may not be limited to the portable thing of a magnetic disk, an optical disk, etc., but the record medium of cover halves, such as a hard disk drive unit and memory, is sufficient as it. Moreover, you may distribute the program incorporating a series of procedures of the pattern drawing method mentioned above through communication lines (radio is included), such as the Internet. Furthermore, the program incorporating a series of procedures of the pattern drawing method mentioned above may be enciphered, a modulation may be applied, or you may contain and distribute to a record medium through wire circuits and radio circuits, such as the Internet, in the state where it compressed.

[0061]

[Effect of the Invention] this invention does the following effects so as explained in full detail above.

[0062] Namely, according to the electric charge beam drawing equipment concerning this invention, an electron optics system is constituted only from the deflection means and the reduction projection means which deflect and reduce an electric charge beam by electric field. moreover -- since image formation of the electron beam is carried out on a substrate via an orbit which is different in the direction of X, and the direction of Y using a reduction projection means to form unsymmetrical electric field, in an optical axis -- the stigma of high reduction percentage -- in tech image formation conditions, the influence of the space charge effect can be sharply reduced with the electric charge beam of low acceleration For this reason, when there is no damage in a wafer side, since control of a complicated proximity effect correction is unnecessary, it is small with simple composition, and electric charge beam drawing equipment excellent in the aberration property is offered.

[0063] Moreover, since the influence of the space charge effect can collect contribution of chromatic aberration to a small field by the above-mentioned reduction projection means, when carrying out uniform movement of the electron in this field at high speed, the influence of chromatic aberration can be reduced sharply.

[Translation done.]